

## L'énergie nucléaire fait partie de la solution pour lutter contre le changement climatique

*La Société Française d'Énergie Nucléaire (SFEN) est le carrefour français des connaissances sur l'énergie nucléaire. Créée en 1973, association régie par la loi de 1901, la SFEN est un lieu d'échanges pour les spécialistes de l'énergie nucléaire français et étrangers. Elle rassemble 3 600 professionnels de l'industrie, l'enseignement et la recherche.*

*« Nuclear for climate » est une initiative des membres de la Société Française d'Énergie Nucléaire (SFEN), de l'American Nuclear Society (ANS), et de la European Nuclear Society (ENS). Elle rassemble les scientifiques nucléaires de toutes les parties du globe, au travers de 60 associations nucléaires régionales et nationales.*

### Contribution de la SFEN à la préparation de la Conférence Climat de Paris (COP21)

Association scientifique, la SFEN reconnaît les conclusions du groupe de travail I du GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) pour qui les activités humaines et les émissions de gaz à effet de serre sont - à « 95 % de certitude »<sup>1</sup> - responsables du changement climatique.

Ces conclusions sont le fruit du travail collectif d'experts de 40 pays qui ont analysé et pesé, selon le principe de la « revue de pairs », 9 200 publications scientifiques.

Eléments de définition :

- **Le scénario 2DS de l'AIE** (Agence Internationale de l'Énergie) décrit les options énergétiques permettant de limiter la hausse de température moyenne du globe à 2°C.
- **Le scénario 6DS de l'AIE** dessine la trajectoire énergétique si aucun effort visant à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> n'est fait.
- **Le groupe de travail I** du GIEC évalue les changements climatiques.
- **Le groupe de travail III** du GIEC évalue les options technologiques permettant d'atténuer le changement climatique en limitant ou en empêchant les émissions de CO<sub>2</sub>.
- Le GIEC a défini un « **budget carbone** »<sup>2</sup> d'émissions de CO<sub>2</sub> cumulées à ne pas dépasser pour contenir le réchauffement moyen à 2°C. Il l'évalue à 2 900 milliards de tonnes depuis le début de l'ère préindustrielle jusqu'à 2050.

<sup>1</sup> Rapport du Groupe I du GIEC : [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SummaryVolume\\_FINAL\\_FRENCH.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_FRENCH.pdf)

<sup>2</sup> Carbon Brief d'après les données du GIEC : <http://www.carbonbrief.org/blog/2014/11/six-years-worth-of-current-emissions-would-blow-the-carbon-budget-for-1-point-5-degrees/>

Les pays signataires du Protocole de Kyoto (1997) se sont engagés à réduire les émissions de gaz à effet de serre pour limiter à 2°C la hausse de température moyenne du globe d'ici 2050, au-delà duquel les impacts sur l'environnement et nos sociétés seraient dramatiques et irréversibles.

La SFEN estime que, pour atteindre cet objectif :

- **Face à l'ampleur du défi, le monde aura besoin de toutes les énergies bas-carbone, dont le nucléaire**

Selon le GIEC<sup>3</sup>, dans 35 ans, 80 % de l'électricité mondiale devra être bas-carbone (contre 30 % aujourd'hui) pour contenir le changement climatique. Dans le même temps, la demande d'électricité mondiale est appelée à doubler. Un tel défi requiert l'utilisation de toutes les technologies bas-carbone : renouvelables, nucléaire et le CCS (énergies fossiles avec capture et séquestration du CO<sub>2</sub>).

- **Il est urgent de recourir dès à présent à des énergies bas-carbone disponibles**

La planète a déjà consommé les deux tiers de son budget carbone. Pour contenir le changement climatique, il faudra réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, sans attendre que des technologies futures soient opérationnelles. L'énergie nucléaire fait partie des solutions industrielles qui peuvent être mises en œuvre tout de suite à grande échelle.

- **Chaque pays doit pouvoir accéder à un portefeuille le plus large possible de technologies bas-carbone**

Très peu de scénarios (8 sur 1 200)<sup>4</sup> permettent de contenir la hausse des températures à 2°C sans énergie nucléaire. Les protocoles de la CCNUCC (Conférence des Nations Unies Contre le Changement Climatique) doivent permettre aux pays qui le souhaitent, de recourir à l'énergie nucléaire et d'avoir accès aux financements climatiques, comme pour toutes les autres énergies bas-carbone.

<sup>3</sup> Rapport du Groupe I du GIEC : [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SummaryVolume\\_FINAL\\_FRENCH.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_FRENCH.pdf)

<sup>4</sup> Rapport du Groupe III du GIEC : [http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_full.pdf](http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_full.pdf)

## Face à l'ampleur du défi, le monde aura besoin de toutes les énergies bas-carbone, dont le nucléaire

### Le défi est historique : dans 35 ans, 80 % de l'électricité devra être bas-carbone<sup>5</sup>

Aujourd'hui dans le monde, 70 % de l'électricité mondiale provient des énergies fossiles (charbon, gaz, pétrole). L'électricité constitue ainsi la principale source d'émission de CO<sub>2</sub>. A contrario, les énergies bas-carbone ne représentent que 30 % du mix électrique.

Pour inverser la tendance, d'importants efforts seront nécessaires, d'autant que la part des énergies fossiles ne faiblit pas : depuis 2010, la croissance du charbon a été supérieure à celle de toutes les énergies non-fossiles combinées<sup>6</sup>.

Depuis 1990 (année de référence du protocole de Kyoto), loin de diminuer, les émissions de CO<sub>2</sub> n'ont cessé de croître (+ 60 %)<sup>7</sup>. Si le mix électrique reste dominé par les énergies fossiles, la hausse de température moyenne du globe sera de 6°C<sup>8</sup>, bien au-delà de l'objectif des 2°C.

### L'équation est complexe : diminuer les émissions de CO<sub>2</sub> et répondre aux besoins élémentaires de l'humanité

Demain, en 2050, la population mondiale comptera 9,6 milliards de personnes<sup>9</sup>. Les progrès, même significatifs, dans le domaine de l'efficacité énergétique ne sauraient être suffisants face à la hausse de la demande en électricité (qui augmente plus vite que la demande d'énergie).

Les scénarios de l'AIE<sup>10</sup>, pourtant ambitieux en matière d'efficacité énergétique, prévoient une augmentation d'ici 2050 de la demande d'électricité allant de 80 % (réchauffement à 2°C, scénario 2DS) à 130 % (réchauffement à 6°C, scénario 6DS), principalement portée par les économies émergentes.

La lutte contre le changement climatique ne doit pas compromettre le développement des pays émergents : 1,2 milliard<sup>11</sup> de personnes - l'équivalent de la population de l'Inde ou de l'Afrique - n'a pas encore accès à l'électricité. Et 2,8 milliards utilisent le bois ou d'autres produits de la biomasse pour cuisiner et se chauffer ce qui produit une pollution nocive pour la santé.

Parmi les pays émergents figurent aussi les principaux émetteurs de CO<sub>2</sub> de la planète : la Chine et l'Inde. Le charbon y représente respectivement 70 et 80 % de la production d'électricité. Ces pays maîtrisent la technologie nucléaire. Il convient donc de les encourager à développer leur parc nucléaire pour atteindre les objectifs climatiques.

<sup>5</sup> Rapport du Groupe III du GIEC [http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_full.pdf](http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_full.pdf)

<sup>6</sup> Energy Technology Perspectives 2014, AIE [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyTechnologyPerspectives\\_ES.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyTechnologyPerspectives_ES.pdf)

<sup>7</sup> Carbon brief <http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/14/hl-compact.htm>

<sup>8</sup> Energy Technology Perspectives 2014, AIE [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyTechnologyPerspectives\\_ES.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyTechnologyPerspectives_ES.pdf)

<sup>9</sup> Nations Unies [http://esa.un.org/wpp/documentation/pdf/wpp2012\\_press\\_release.pdf](http://esa.un.org/wpp/documentation/pdf/wpp2012_press_release.pdf)

<sup>10</sup> Technology Roadmap 2014, AIE <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/technology-roadmap-nuclear-energy-1.html>

<sup>11</sup> Banque Mondiale <http://documents.banquemondiale.org/curated/fr/2013/01/17747859/global-tracking-framework-vol-1-3-resume-general>

## **Le GIEC identifie trois types d'électricité décarbonée : renouvelables, nucléaire et CCS**

Le nucléaire est une énergie bas-carbone : sur l'ensemble de son cycle de vie (construction, exploitation, démantèlement), ses émissions sont comparables à celles des énergies renouvelables. L'énergie nucléaire émet en moyenne 15g de CO<sub>2</sub>/kwh<sup>12</sup>, trente fois moins que le gaz (400g/kwh) et 50 fois moins que le charbon (700g/kwh), au même niveau que l'éolien (11g/kwh) et trois fois moins que le photovoltaïque (45g/kwh).

Le nucléaire et les énergies renouvelables ont démontré leur efficacité. A contrario, l'AIE juge que le développement du CCS (Capture et Séquestration du Carbone) avance « *lentement, en raison de coûts élevés et d'un manque d'engagement politique et financier* ».

## **L'électrification des usages est un vecteur efficace de décarbonisation<sup>13</sup>**

L'électricité est amenée à se substituer aux énergies fossiles dans de nombreux secteurs (habitat et transport) diminuant d'autant les émissions de CO<sub>2</sub>. Pour atteindre les objectifs climatiques, l'AIE préconise que l'électricité représente 25 % du mix énergétique (contre 17 % aujourd'hui)<sup>14</sup> en 2050.

Dans les transports, deuxième plus gros secteur émetteur de CO<sub>2</sub>, le déploiement des transports ferroviaires utilisant l'électricité bas-carbone réduit notablement la consommation de pétrole et de charbon, en attendant l'essor des véhicules électriques. Dans le bâtiment, le développement des usages d'une électricité bas-carbone est aussi un vecteur important de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.

## **Il est urgent de recourir dès à présent à des énergies bas-carbone disponibles**

### **70 % du budget carbone a été consommé : il est temps d'agir**

Une fois libéré, le CO<sub>2</sub> reste longtemps dans l'atmosphère.

Le GIEC a défini un « budget carbone »<sup>15</sup> d'émissions de CO<sub>2</sub> cumulées à ne pas dépasser pour contenir le réchauffement moyen à 2°C. Il l'évalue à 2 900 milliards de tonnes entre le début de l'ère préindustrielle et 2050.

2 000 milliards de tonnes ont déjà été relâchées dans l'atmosphère avec une forte accélération ces dernières années (1 000 milliards de tonnes depuis 40 ans). Il convient donc d'engager des efforts de réduction immédiats, sans attendre les technologies futures, qui apporteront leur contribution à mesure de leur disponibilité.

---

<sup>12</sup> NEEDS projet, 2009

<sup>13</sup> Energy Technology Perspectives 2014, AIE

[http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyTechnologyPerspectives\\_ES.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyTechnologyPerspectives_ES.pdf)

<sup>14</sup> Scénario 2DS de l'AIE

<sup>15</sup> Carbon Brief d'après les données du GIEC : <http://www.carbonbrief.org/blog/2014/11/six-years-worth-of-current-emissions-would-blow-the-carbon-budget-for-1-point-5-degrees/>

## **L'énergie nucléaire est une solution industrielle, disponible, bas-carbone et efficace**

Avec 438<sup>16</sup> réacteurs nucléaires en exploitation, l'énergie nucléaire est présente dans 30 pays.

Le nucléaire a fait preuve de son efficacité. Actuellement, seuls six pays égalent ou dépassent les préconisations du GIEC en matière de mix électrique (80 % d'électricité bas-carbone). Parmi eux, quatre - la Suisse, la Suède, la France et le Brésil - ont un mix comprenant une part de nucléaire. 40 % de l'électricité de la Suisse et de la Suède provient du nucléaire, 77 % pour la France<sup>17</sup>. De son côté, le Brésil possède deux réacteurs nucléaires.

## **Dans les pays de l'OCDE, l'énergie nucléaire est la première source d'électricité bas-carbone : il faut préserver cet atout pour atteindre les objectifs climatiques**

Aux Etats-Unis, le nucléaire représente les deux tiers de l'électricité bas-carbone. 75 réacteurs, sur la centaine en exploitation, ont déjà été autorisés à fonctionner 60 ans.

Dans l'Union Européenne, l'énergie nucléaire représente plus de la moitié de l'électricité bas-carbone. La Finlande, les Pays-Bas, le Royaume-Uni, la Suède et la Suisse ont également engagé des programmes de prolongation de la durée d'exploitation de leurs réacteurs. En France, EDF prévoit de mener à bien un projet de rénovation de ses 58 réacteurs pour les exploiter en toute sûreté au-delà de 40 ans.

Prolonger la durée d'exploitation du parc nucléaire existant présente un intérêt indéniable en permettant d'utiliser un outil industriel performant et amorti, et de concentrer les efforts de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> sur la part de la consommation énergétique d'origine fossile.

Le Japon dispose encore de 48 réacteurs nucléaires. Leur mise à l'arrêt, après l'accident de Fukushima, a conduit le pays à augmenter la part des énergies fossiles dans son mix électrique, la portant à 85 %, l'inverse de ce qui est préconisé par le GIEC. Les émissions de CO<sub>2</sub> du Japon ont augmenté de 6 % en 2012 : le pays a dû se désengager des objectifs fixés par le Protocole de Kyoto. Le redémarrage d'une partie des réacteurs pourraient lui permettre de diminuer ses émissions de CO<sub>2</sub>.

## **L'énergie nucléaire est une solution pour accompagner la croissance bas-carbone des pays émergents**

En 2050, les six plus grandes économies mondiales seront les Etats-Unis et les « BRICS » (Brésil, Russie, Inde, Chine et Afrique du Sud). Tous exploitent déjà des réacteurs nucléaires et ont des programmes nucléaires ambitieux. En Chine, plus de 20 réacteurs sont en construction<sup>18</sup>. Selon l'AIE<sup>19</sup>, pour tenir les objectifs climatiques, la Chine devrait représenter, à elle seule, un tiers du parc nucléaire mondial en 2050.

Pour ces pays, le développement économique est essentiel. Pour que la croissance soit bas-carbone, il convient de soutenir leur programme dans le domaine de l'énergie nucléaire.

<sup>16</sup> AIEA, 2014 [http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC58/GC58InfDocuments/English/gc58inf-6\\_en.pdf](http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC58/GC58InfDocuments/English/gc58inf-6_en.pdf)

<sup>17</sup> RTE, 2014 [http://www.rte-france.com/sites/default/files/bilan\\_electrique\\_2014.pdf](http://www.rte-france.com/sites/default/files/bilan_electrique_2014.pdf)

<sup>18</sup> AIEA, 2014 [http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC58/GC58InfDocuments/English/gc58inf-6\\_en.pdf](http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC58/GC58InfDocuments/English/gc58inf-6_en.pdf)

<sup>19</sup> Scénario 2DS de l'AIE

## L'énergie nucléaire continuera d'être un atout pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub>

Selon l'AIE<sup>20</sup>, depuis 1971 l'énergie nucléaire a permis, à l'échelle du monde, d'éviter l'équivalent de deux ans d'émissions de CO<sub>2</sub>. C'est à ce jour, la contribution la plus importante des énergies bas-carbone<sup>21</sup>. D'ici 2040, le nucléaire pourrait permettre d'économiser l'équivalent de quatre années d'émissions de CO<sub>2</sub>.

En Europe, l'énergie nucléaire permet d'éviter chaque année les émissions de CO<sub>2</sub> équivalentes à celles générées par les trafics automobiles annuels de l'Allemagne, de l'Espagne, de la France, du Royaume-Uni et de l'Italie<sup>22</sup> cumulés.

## Chaque pays doit pouvoir accéder à un portefeuille le plus large possible de technologies bas-carbone

### Très peu de scénarios réussissent à rester sous la barre des 2°C sans nucléaire

Seuls 8 scénarios, parmi les 1 200<sup>23</sup> répertoriés et analysés par le GIEC, présentent de manière concomitante à la fois la limitation du réchauffement à 2°C et une sortie du nucléaire. Dans une lettre ouverte<sup>24</sup> fin 2013, quatre grands climatologues déclaraient : « *il n'y a pas de chemin crédible à la stabilisation du climat qui n'inclut pas un rôle important pour l'énergie nucléaire* », « *on ne peut se permettre de tourner le dos à aucune technologie* ».

Dans son scénario 2DS, considéré comme sa vision la plus efficace pour tenir l'objectif de 2°C, l'AIE projette que la capacité brute nucléaire pourrait plus que doubler d'ici 2050, passant d'environ 400 GWe son niveau actuel à 930 GW. Ce qui correspond à une augmentation de la part du nucléaire dans le mix électrique mondial de 11 à 17 %<sup>25</sup>.

### Pour que chaque pays participe à la lutte contre le changement climatique, tous les autres objectifs et spécificités nationales doivent être intégrés

Généralement, les politiques énergétiques poursuivent plusieurs objectifs : développement économique et territorial, sécurité d'approvisionnement, efficacité énergétique, pouvoir d'achat, filière industrielle, etc. Chaque pays doit composer avec des contraintes très variées en termes de ressources naturelles, d'infrastructures, de compétences, d'opinion publique, de réseaux de transports et de distribution et de demande d'électricité.

Pour la Conférence Climat de Paris (COP21), il appartiendra à chaque pays de soumettre sa proposition de contribution nationale à l'effort global de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Pour réussir, il est nécessaire que les pays aient accès à un portefeuille le plus large possible d'options bas-carbone, leur offrant un maximum de souplesse pour répondre à leurs enjeux nationaux et contribuer à l'objectif global.

<sup>20</sup> World Energy Outlook, AIE, 2014 <http://www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2014/november/signs-of-stress-must-not-be-ignored-iea-warns-in-its-new-world-energy-outlook.html>

<sup>21</sup> World Energy Outlook, AIE, 2014 <http://www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2014/november/signs-of-stress-must-not-be-ignored-iea-warns-in-its-new-world-energy-outlook.html>

<sup>22</sup> Eurostat, 2014

<sup>23</sup> Rapport du Groupe III du GIEC: [http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_full.pdf](http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_full.pdf)

<sup>24</sup> Washington Post, 2013 <http://www.columbia.edu/~jeh1/NuclearPowerInClimateBattle.WashingtonPost.2013.11.03.pdf>

<sup>25</sup> World Energy Investment Outlook, AIE, 2014 <http://www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2014/june/name,72035,en.html>

## **L'énergie nucléaire permet de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> tout en contribuant à renforcer la sécurité d'approvisionnement et la sécurité économique**

L'énergie nucléaire peut contribuer de manière significative à la sécurité énergétique des pays, car elle réduit le besoin d'importer du charbon et du gaz.

Contrairement aux énergies fossiles, dont les prix sont soumis à d'importantes fluctuations, les coûts de production de l'énergie nucléaire restent stables dans la durée : une véritable sécurité économique pour les Etats et les acteurs économiques.

### **Dans les systèmes électriques, les profils de production de l'énergie nucléaire et des renouvelables se complètent**

Le recours aux énergies renouvelables électriques, y compris l'hydraulique, est une solution à des degrés divers selon les ressources des pays. Le nucléaire en est une autre pour les pays qui le peuvent et le souhaitent. Les moyens intermittents et les moyens « commandables » se complètent pour assurer l'optimisation et l'équilibre des systèmes électriques.

Les centrales nucléaires, l'hydraulique, la bio-électricité et la géo-électricité présentent des taux de disponibilité très élevés (fonctionnement 24 h sur 24 avec des arrêts de maintenance programmés). Elles offrent des services systèmes qui permettent d'accommoder la variabilité des énergies solaires et éoliennes.

Dans les zones tropicales et équatoriales, où la climatisation est développée, la production d'électricité solaire est maximale pendant les heures de demande de pointe, ce qui permet, en associant solaire et nucléaire, de structurer des parcs électriques à très faible émissions de CO<sub>2</sub>.

D'ici 15 à 20 ans, les systèmes multi-énergies innovants incluant les renouvelables et le nucléaire (cogénération, couplage électricité-chaleur, couplage avec des électrolyseurs) déboucheront sur une extension des usages de l'électricité bas-carbone par de nouvelles applications : chaleur décarbonée, biocarburants, mobilité électrique et hydrogène, réseaux (bio)gazières, services de stockage...

### **Dans 35 ans, le portefeuille de technologies s'élargira : stockage, renouvelables, réacteurs de 4<sup>ème</sup> génération**

De la même façon qu'aujourd'hui il est indispensable d'utiliser le portefeuille le plus large possible de solutions bas-carbone, il sera possible en 2050, de disposer d'un portefeuille très large de solutions de nouvelles technologies : stockage d'électricité, nouvelles énergies renouvelables, et aussi le nucléaire.

Une des attentes de la COP21 sera de fournir à la filière nucléaire un environnement serein pour stimuler l'innovation et proposer des solutions plus économes en ressources, toujours plus sûres, produisant toujours moins de déchets.

La recherche sur les réacteurs de 4<sup>ème</sup> génération est bien avancée et dans ce domaine, la France est un des leaders.

## Contacts

Valérie FAUDON - Déléguée Générale

01 53 58 32 26 - 07 87 76 53 29

[valerie.faudon@sfen.org](mailto:valerie.faudon@sfen.org)

Isabelle JOUETTE - Directrice de la Communication

01 53 58 32 20 - 06 71 92 23 95

[isabelle.jouette@sfen.org](mailto:isabelle.jouette@sfen.org)

Boris LE NGOC – Responsable relations publiques et communication digitale

01 53 58 32 23 - 06 60 71 63 36

[boris.lengoc@sfen.org](mailto:boris.lengoc@sfen.org)

## SFEN

103 rue Réaumur - 75002 PARIS

T. 01 53 58 32 10

[www.sfen.org](http://www.sfen.org)